

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 45 469 A 1

21 Aktenzeichen: 100 45 469.0  
22 Anmeldetag: 14. 9. 2000  
43 Offenlegungstag: 4. 4. 2002

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
A 01 K 11/00  
G 08 B 21/04  
G 08 C 17/02  
G 01 S 1/68  
G 01 S 5/02  
A 61 B 5/00

DE 100 45 469 A 1

71 Anmelder:  
Ludwig, Reinhard, Dr.-Ing., 24113 Kiel, DE; Wagner,  
Fritz, Dr.-Ing., 38104 Braunschweig, DE

74 Vertreter:  
Rentzsch, H., Pat.-Ing. Dipl.-Ing., 63263  
Neu-Isenburg

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:  
DE 199 01 124 A1  
DE 197 57 919 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Elektronische Überwachung einer Tierherde

57 Die Erfindung betrifft ein technisches Verfahren zur Überwachung großer Tierherden zum Schutz gegen Abwanderung vom Weidegrund, Diebstahl bzw. Raub-  
schlachtung. Die einzelnen Tiere werden erfindungs-  
gemäß mit einer Elektroneinheit (Funkbake) versehen, die  
fest mit dem Tier verbunden, gegebenenfalls auch im-  
plantiert ist und die über Funk in periodischen Abständen  
mit einer Zentrale in Verbindung steht. Jedes Tier besitzt  
eine individuelle Kennung mit deren Hilfe es von der Zen-  
trale spezifisch angesprochen wird oder die es einer in  
mehr oder weniger regelmäßigen Abständen abgesetz-  
ten Funkmeldung zusetzt. Die Funkmeldungen enthalten  
auch ein Signal, das aus Lebensfunktionen des Tieres ab-  
geleitet wird. Die Zentrale führt mit jeder Funkmeldung  
eine Punktortung durch. Sobald das Tier stirbt oder aus  
dem Weideareal entfernt wird oder versucht wird die  
Funkbake von dem Tier zu entfernen oder außer Funktion  
zu setzen, wird die Funkmeldung unterbunden und damit  
nach kurzer Zeit Alarm ausgelöst.

DE 100 45 469 A 1

[0001] In landwirtschaftlichen Betrieben, die sich in großem Umfang mit Tierhaltung befassen, ist in vielen Ländern der Welt auch heute noch Viehdiebstahl bzw. die Raubschlachtung an Ort und Stelle ein ernstes Problem. Gesucht wird ein Verfahren, das eine große Tierherde (typisch einige hundert Tiere) mit wohlfeilen technischen Mitteln gegen die genannten Eigentumsdelikte schützen kann, oder diese doch wenigstens sofort an eine zentrale Stelle signalisiert, so dass ein Eingreifkommando auf den Weg gebracht werden kann. Da der wirtschaftliche Wert des einzelnen Tieres für einen Betrieb der genannten Art relativ niedrig liegt, muss sich auch der am Tier zu betreibende Aufwand in angemessenen Grenzen halten. Der Aufwand in der Zentrale muss im Vergleich zum Wert der Gesamtherde in einem vertretbaren Rahmen bleiben.

[0002] Die Erfindung betrifft den elektronischen Schutz einer Tierherde gegen Diebstahl und Raubschlachtung einzelner Tiere. Dazu wird jedes Tier mit einer elektronischen Baugruppe (Funkbake) mit Funkverbindung zu einer Zentrale versehen, mit deren Hilfe es bezüglich seines momentanen Standortes sowie einer oder mehrerer elementarer Lebensfunktionen überwacht wird. Sobald das Tier von dem etablierten Weidegrund entfernt oder getötet wird, wird in der Zentrale ein Alarm ausgelöst. Dabei wird in der Überwachungszentrale der letzte Standort des Tieres bzw. der Funkbake angezeigt. Der Alarm wird auch ausgelöst, wenn versucht wird, die Funkbake von dem Tier zu entfernen, sie zu zerstören oder wenn sie aus anderen Gründen defekt wird. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0003] Es ist aus den Printmedien und auch aus dem Fernsehen bekannt, Tiere, insbesondere in freier Wildbahn, mit Sendern (unter Wasser auch mit Sonarpingern) zu versehen, um durch Ortung ihr Verhalten zu studieren und sie für einen kürzeren oder längeren Zeitraum wieder auffindbar zu machen. Dabei sind die Sender bzw. Pinger offensichtlich so programmiert, dass sie im Abstand von wenigen Sekunden kurze Tonimpulse abstrahlen, die mit einer schwenkbaren Richtantenne aufgefangen werden. Damit kann die Richtung zum zu ortenden Tier mit einer Genauigkeit von einigen Grad ermittelt werden. Die Entfernung zum Tier wird im allgemeinen über den Empfangspegel des Signals abgeschätzt. In den publizierten Fällen betraf die Funkmarkierung stets einige, wenige Tiere, jedenfalls nicht eine Herde mit individueller Unterscheidung der Tiere.

[0004] Für unbelebte, sehr teure Objekte, z. B. LKW oder Baumaschinen, ist eine andere Art der elektronischen Diebstahlsicherung bekannt, bei der die zu schützenden Objekte fest mit einer robust versiegelten Elektronikeinheit verbunden werden. Jede Elektronikeinheit besitzt einen GPS-Empfänger, mit dem sie den eigenen Standort jederzeit feststellen kann. Ausserdem ist sie kontinuierlich über Satellitenfunk (Sender und Empfänger) mit einer Überwachungszentrale in Verbindung, von der sie in regelmäßigen Abständen, z. B. alle 5 Minuten, abgefragt wird. Gemeldet wird jeweils der aktuelle Standort sowie der Betriebszustand. Da die Nachrichtenverbindung in beiden Richtungen besteht, kann die Zentrale auch im Sinne einer Fernsteuerung auf das Schutzobjekt einwirken, z. B. den Zündstromkreis eines Motors unterbrechen oder einen lokalen akustischen Alarm auslösen. Wegen des hohen elektronischen Aufwandes am Objekt als auch der Übertragungskosten per Satellit ist diese Art der Diebstahlsicherung ziemlich kostspielig.

[0005] Für die dieser Erfindung zugrunde liegende Aufgabenstellung kommen diese beiden vorliegenden Lösungen nicht in Frage. Die letztgenannte Methode ist sowohl von

der Anschaffung als von den Betriebskosten her zu teuer. Auch sind Merkmale wie die weltweite Ortungsmöglichkeit per GPS für diese Aufgabe überzogen. Andererseits ist die grobe Ortung, wie sie bei der Verhaltensforschung von Wildtieren eingesetzt wird nicht ausreichend genau. Es muss schon für ein begrenztes Areal von einigen Quadratkilometern festgestellt werden können, ob sich das Schutzobjekt noch innerhalb des Areals befindet und lebt.

[0006] Die Aufgabe besteht also darin, die zu schützenden Tiere mit einer Art "Amulett" zu versehen, das sie von der Zentrale aus zu jeder Zeit individuell sichtbar macht und es gestattet festzustellen, ob sich das betreffende Tier noch im vorbestimmten Areal befindet und lebt. Die Aufgabe des Amuletts lässt sich zweckmässigerweise mit einer Funkverbindung lösen. Dabei müssen die Kosten für das Amulett (im folgenden Funkbake genannt) denkbar niedrig gehalten werden. Das gilt auch für den Betriebsaufwand, d. h., wenn Batterien zur Energieversorgung vorgesehen werden, so müssen diese mindestens einige Monate durchhalten. Da die Tiere sich dauernd im Freien aufhalten, bietet sich Stromversorgung mit Solarzellen an, wenn die Kosten dafür verkraftet werden können. Auch die Energiegewinnung aus der Körperwärme der Tiere über den Peltiereffekt ist denkbar. In letzterem Falle erübrigt sich ein besonderer Sensor für die Lebensfunktion: Wenn das Tier tot ist, versagt die Energieversorgung, was unmittelbar zur Alarmauslösung führt.

[0007] Prinzipiell sind zwei grundsätzlich unterschiedliche Systeme denkbar: Die passive und die aktive Abfrage der Funkbaken.

[0008] Im einfachsten Falle (passive Abfrage) sendet die Funkbake in mehr oder weniger regelmäßigen Zeitabständen (z. B. jede Minute) ein Signal, das der Zentrale unter Angabe eines individuellen Kennzeichens anzeigt, dass das Tier noch lebt. Über eine Ortung von der Zentrale aus wird festgestellt, ob sich das Tier noch auf dem Weidegrund befindet. Sind die Informationen affirmativ, so wird dieser OK-Zustand bis zum nächsten Signal als zutreffend angenommen. Fehlt eine der Positivnachrichten, so wird Alarm ausgelöst mit der Position des letzten vollständigen Signals.

[0009] Diese Methode hat den Nachteil, dass die von den einzelnen Funkbaken unkoordiniert ausgesendeten Signale kollidieren können, was in einem Informationsverlust resultiert. Geht man von einer Herde von 500 Tieren und einem zu übertragenden Informationsvolumen (einschließlich einer gewissen Redundanz zur Datensicherung) von 20 Bit aus und nimmt man mit Blick auf existierende Hardware z. B. im Bereich des CB-Bandes 433 MHz an, dass diese in 2 [ms] übertragen werden können und dass die Wiederholungsperiode 1 [min] beträgt so liefert ein einfache statistische Abschätzung eine Kollisionswahrscheinlichkeit von ca. 1,65%, d. h. im Mittel wird jedes 60. Telegramm jeder Funkbake gestört. Eine Störung zweimal nacheinander wird im Mittel nur noch alle 5 Tage vorkommen, eine dreimalige etwa einmal im Jahr. Legt man die Alarmschwelle auf 5 Minuten so sind Falschalarme praktisch ausgeschlossen.

[0010] Die statistische Betrachtung des vorigen Abschnittes geht von der Voraussetzung aus, dass die Sendezeitpunkte statistisch gleichverteilt sind. Eine zu genaue und zu gleiche Periodizität ist daher zu vermeiden, um einer zeitweisen Kollisionshäufung durch Clusterbildung aus dem Wege zu gehen. In diesem Sinne günstig ist eine Kopplung des Sendezeitpunktes mit dem Pulsschlag des betreffenden Tieres, da nicht anzunehmen ist, dass der Pulsschlag einer Herde generell "in Phase" liegt. Gleichzeitig ist damit die Lebensüberwachung des Tieres gegeben, denn ohne Pulsschlag kein Sendesignal. Im Falle der rein technischen Darstellung der Sendeperiode sollte diese nicht quartzgesteuert erfolgen, sondern absichtlich stochastisch streuen, um die

beschriebenen Clusterbildungen und die daraus resultierenden länger andauernden Kollisionen zu vermeiden.

[0011] Gänzlich vermeiden lassen sich Telegrammkollisionen, wenn die Meldung des einzelnen Tieres von der Zentrale zyklisch abgefragt wird. Durch Messung der Reaktionszeit erhält man zwanglos eine einfache Methode zur Bestimmung des Abstandes der Funkbake von der Zentrale. Dabei entspricht einer Genauigkeit der Zeitmessung auf 0,1 [µs], mit heutigen Standardbauteilen leicht erreichbar, einer Distanzgenauigkeit von 15 [m], was für den Überwachungszweck wohl ausreicht. (Auch die zehnfache Genauigkeit, also 1,5 [m] ist noch im Bereich des Möglichen.) Die Steuerung durch die Zentrale erfordert allerdings einen höheren Aufwand in der Funkbake, die dann auch einen Empfänger enthalten muss, der zudem ständig empfangsbereit zu sein hat. Dies muss als ein Nachteil der Methode der aktiven, zyklischen Abfrage angesehen werden.

[0012] Im Falle der passiven Zentrale, also bei individuell autarker Telegrammabsendung, baut die Ortung auf Methoden der Richtungsfindung auf, also letztlich auf eine Bestimmung der Laufzeitunterschiede der Empfangssignale mehrerer räumlich getrennter Antennen. Aus den Richtungswerten jeweils zweier räumlich getrennter Peilsysteme kann in bekanntere Weise der Ort des Senders, also der Funkbake, bestimmt werden (Kreuzpeilung). Um für die Kreuzpeilung eine ausreichende Ortungsgenauigkeit zu erzielen, müssen die beiden Richtungsfindungssysteme in gehörigem Abstand so angeordnet werden, dass der Kreuzungswinkel nicht zu klein (optimal bei 90°) wird. Im Falle der aktiven Zentrale kann die Punktortung auch auf Richtungspeilung verzichten und statt dessen ausschließlich auf der Messung der Laufzeit der Antwortsignale zu zwei räumlich getrennten Antennen basieren. In diesem Falle sollte die Verbindungslinie der Antennen das Weideareal nicht kreuzen, um Mehrdeutigkeiten und Ungenauigkeiten zu vermeiden.

[0013] Die Bestimmung der Laufzeitunterschiede kann unterstützt werden durch ein zweckmäßig gestaltetes Signal der Funkbake, wie in Patentanspruch 10 beschrieben. Durch die mit dem Telegramm verbundene lineare Frequenzmodulation ergeben sich an den einzelnen Empfangsantennen zum gleichen Zeitpunkt wegen des Laufzeitunterschiedes unterschiedliche Momentanfrequenzen. Mischt man die Empfangsfrequenzen zweier Antennen und filtert die Differenzfrequenz aus, so liefert diese ein Maß für den Laufzeitunterschied.

[0014] Eine besondere Art der Abstandsbestimmung für die Methode der passiven Abfrage ergibt sich nach Anspruch 12. Die Phasenfront eines ankommenden Hochfrequenzsignals ist mehr oder weniger gekrümmt je nach dem Abstand des Senders vom Empfänger. Der Grad der Krümmung der Phasenfront kann durch Phasenvergleich der Empfangssignale dreier z. B. auf einer Geraden angeordneten Antennen bestimmt werden. Diese Methode erfordert allerdings eine sehr hohe Genauigkeit des Phasenvergleiches und damit einen hohen Aufwand.

[0015] Die beiden grundsätzlich verschiedenen Methoden der Abfrage (passiv und aktiv) lassen sich auch mit Vorteil verknüpfen, wobei die Nachteile partiell vermieden werden können. So kann die Zentrale unmittelbar nach Empfang des im Eigenrhythmus autark abgesetzten Telegramms einen Abfrageimpuls absetzen, der von der gerade meldenden Funkbake sofort beantwortet wird. Zwar ist in diesem Falle in der Funkbake ebenfalls ein Empfängermodul erforderlich, das jedoch sehr einfach sein kann und nur kurzzeitig betriebsbereit sein muss und daher nicht den Stromverbrauch in die Höhe treibt. Die Ortungsgenauigkeit entspricht der der rein aktiven Abfrage und ist daher besser als im passiven System.

[0016] Es ist naheliegend, dass Diebe versuchen werden, die Elektronik ausser Funktion zu setzen. Das bewirkt jedoch, dass die spätestens nach einer Minute fällige Meldung unterbleibt und daher Alarm ausgelöst wird. Noch fataler wäre es, wenn die Funkbake von dem Tier getrennt wird, aber weiter sendet. Mindestens das Lebenssignal muss dann ausfallen und sollte nicht simuliert werden können. In diesem Sinne ist die Sensierung des Pulsschlages des Tieres sicherer als das Abfühlen der Körpertemperatur.

[0017] Die Auswertung der Empfangssignale in der Zentrale erfolgt zweckmässigerweise in einem Computer (PC). Damit können in einfacher Weise Plausibilitätsprüfungen vorgenommen sowie individuelle Betriebsparameter (z. B. Anzahl der Tiere) gesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung von Weidetieren und Sicherung gegen Abwanderung vom Weidegrund, Diebstahl und Raubschlachtung **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Tier mit einer Funkbake geringen Strombedarfs versehen wird, die entweder in mehr oder weniger regelmäßigen, eigenbestimmten Abständen oder auf Funkanforderung von einer Überwachungszentrale her ein kurzes Funksignal absendet, das als Information mindestens eine Ja-Nein-Aussage über eine elementare Lebensfunktionen des Tieres enthält, und wobei das Funksignal so gestaltet wird, dass der Langzeitstromverbrauch möglichst gering ist und dass von der Überwachungszentrale aus eine Ortung der Funkbake erfolgen kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass zur Kontrolle der Lebensfunktion des Tieres der Pulsschlag elektronisch überwacht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass der Zeitpunkt der eigenbestimmten Aussendung der Funksignale an den Pulsschlag der Tiere gekoppelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass zur Kontrolle der Lebensfunktion die Körpertemperatur des Tieres elektronisch gemessen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass das von der Funkbake abgegebene Signal zusätzlich zur Lebensinformation des Tieres einen individuellen Kennzeichnungscode enthält.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Aussendung eines Funksignals durch die Funkbake auf Funkaufforderung durch die Zentrale erfolgt, wobei jeweils nur die durch einen individuellen Code angesprochene Bake antwortet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, dass das Antwortsignal der Funkbake auf die Aufforderung der Zentrale nach einer festen und hoch genau eingehaltenen Verzögerung erfolgt, so dass die Zentrale aus dem Zeitverzug den Abstand der Funkbake bestimmen kann.
8. Verfahren nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Funkbake ihre Meldung zunächst autark absetzt, von der Zentrale nach Empfang der Meldung jedoch durch einen Abfrageimpuls zur Abgabe einer kurzen Antwort aufgefordert wird, wobei die Empfangsbereitschaft der Funkbake nur kurzzeitig nach Absetzung der Meldung besteht und der Abfrage wie auch der Antwortimpuls unspezifisch, z. B. auch ohne Kennung, abgestrahlt werden können.
9. Verfahren nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet,

net, dass der Antwortimpuls ohne Kennung ausgestrahlt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass das von der Funkbake abgegebene Signal zusätzlich oder unterlegt ein mit einem linearen Sägezahn moduliertes FM-Signal enthält, das der Zentrale mit Hilfe zweier räumlich getrennter Antennen und Überlagerung der beiden Empfangssignale eine genaue Richtungsangabe ermöglicht.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrale mit zwei räumlich getrennten, jeweils zur Richtungsbestimmung befähigten, Antennensystemen arbeitet und die Entfernung zur Funkbake durch Triangulation bestimmt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Entfernungsbestimmung zur Funkbake in der Zentrale mit drei räumlich getrennten Antennen durch Phasenvergleich der hochfrequenten Empfangsspannung erfolgt (Bestimmung der Krümmung der Phasenfront).

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 dadurch gekennzeichnet, dass die Funkbake sich bei dem Versuch der unautorisierten Öffnung oder Entfernung vom Tier unkorrigierbar abschaltet bzw. sich selbst zerstört.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13 dadurch gekennzeichnet, dass die Energieversorgung der Funkbake durch Solarzellen erfolgt.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 dadurch gekennzeichnet, dass die Energieversorgung der Funkbake durch Ausnutzung der Körperwärme des Tieres über den Peltiereffekt erfolgt.

16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 dadurch gekennzeichnet, dass die Funkbake in einem Horn des Tieres untergebracht oder implantiert wird.

17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16 dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung der Funksignale in der Zentrale und gegebenenfalls die zyklische Steuerung der Abfrage mit Hilfe eines Computers erfolgt.

45

50

55

60

65